

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 63-090074
(43) Date of publication of application : 20. 04. 1988

(51) Int. Cl. G11B 20/18
G06F 3/06

(21) Application number : 61-234551 (71) Applicant : HITACHI LTD
(22) Date of filing : 03. 10. 1986 (72) Inventor : TOURAKU MAMORU
KURANO AKIRA
TAKEUCHI HISAHARU
TAKAMATSU HISASHI
SHIRAYANAGI YOSHIRO

(54) DISK DEVICE CONTROL SYSTEM

(57) Abstract:

PURPOSE: To shorten error recovery time by saving reading data and reading error information in a buffer, correcting recoverable data without rereading it and rereading only disabled data.

CONSTITUTION: A record read out from a disk device 1 is transferred to a main storage device 5 until an error is generated, and is stored in a buffer 7 formed in a magnetic disk control device 4. At the time of detecting error detection, a channel of the device 4 is released and the data are stored only in the buffer 7. Error information 8 is saved in a buffer 6. When the error-generated data can be corrected by the error information, the data are corrected without rereading the data and correct data are stored in the buffer 7. If the data can not be corrected by the error information 8 saved in the buffer 6, the data are reread and correct data are stored in the buffer 7. When all data in the device 4 are correct after error recovery, channel connection is executed and the correct data are transferred to the device 5. Consequently, the waiting time for correction in the disk device can be shortened and the error recovery time can be also shortened.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998, 2000 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-90074

⑪ Int.Cl.⁴G 11 B 20/18
G 06 F 3/06

識別記号

1 0 2
3 0 5

庁内整理番号

6733-5D
G-6711-5B
K-6711-5B

⑬ 公開 昭和63年(1988)4月20日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 ディスク装置制御方式

⑮ 特 願 昭61-234551

⑯ 出 願 昭61(1986)10月3日

⑰ 発 明 者 東 落 守 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所小田原工場内

⑱ 発 明 者 倉 野 昭 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所小田原工場内

⑲ 発 明 者 竹 内 久 治 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所小田原工場内

⑳ 発 明 者 高 松 久 司 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所小田原工場内

㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒ 代 理 人 弁理士 武 願次郎 外1名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

ディスク装置制御方式

2. 特許請求の範囲

1. 上位装置からの命令に対応して複数のレコードデータを読み出すディスク制御方式において、ディスク装置からの読出しレコードデータを順次上位装置へ転送し、データ記憶バッファに格納するとともに、読出しレコード単位にエラーを検知し、該エラーを修正するためのエラー情報をエラー情報退避バッファに格納し、エラーの有無にかかわらず、予め決められた複数のレコードを順次読出することを特徴とするディスク装置制御方式。
2. 読出し完了後、エラーを起している読出しレコードデータを前記エラー情報により訂正し、エラー情報により訂正できない読出しレコードデータが存在する場合、そのレコードデータを再読出し動作により訂正することを特徴とする前記特許請求の範囲第1項記載のディスク装置

制御方式。

3. 前記エラー訂正を行つている間、ディスク装置を上位装置から切離し、訂正されたデータをデータ記憶バッファに格納し、訂正終了後、データ記憶バッファに格納されている読出しレコードを順次上位装置へ転送することを特徴とする前記特許請求の範囲第2項記載のディスク装置制御方式。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、回転型記憶装置の制御方式に係り、特に、読出し処理中にエラーが発生した場合、エラー回復時間を短縮できるとともに、上位装置においてこのエラー回復時間を有効に利用できるようにしたディスク装置制御方式に関する。

〔従来の技術〕

磁気ディスク装置等からの読出しデータにエラーを検出した場合に、このエラーを回復するための従来技術として、特開昭58-109954号公報に記載された技術がある。この従来技術は、1ト

トラック内の複数のセクターを読出し、読出したセクターのうちエラーを起しているセクターの情報を保持しておき、エラーを起しているセクターをまとめて再読出しすることによりエラーの回復を行うものである。

第6図は従来技術によるエラー回復動作を説明する図であり、以下この図により従来技術によるエラー回復動作を説明する。

1つのトラック内には、複数のレコードが記録されており、いま、1トラック内の全レコードを読出すものとする。読出し動作20により指定されたトラックの全レコードの読出しが実行される。読出し動作と並行して読出した各レコードのエラーチェックが行われ、×印で示した部分のレコード23で読出しエラーが発生しているとすると、このレコードに関する情報がエラー発生を示す情報とともに保持される。1トラック全ての読出し動作が終了すると、エラー回復のため、コマンド再試行命令22が発せられ、回転待ちの後、同一トラックの再読出し動作21が行われ、読出し動作20で読

出しエラーが発生したレコード23の再読出しを行いエラーの回復が行われる。この従来技術は、一つのトラック内の複数のレコードにエラーが発生した場合にも、同一トラックの一回の再読出し動作でエラー回復を行うことができ、読出しエラーが発生することによるそのレコードの再読出しを行うエラー回復のための技術に比較して、エラー回復時間を短かくすることができる利点がある。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかし、前記従来技術は、読出しエラーが発生した場合、エラー回復のために必ず再読出し動作を行う必要があり、回転待ち時間のためにエラー回復時間の短縮には限界があり、また、このエラー回復時間も、磁気ディスク装置等がチャネルを介して上位装置に接続されたままで、上位装置が無駄な時間を消費するという問題点があった。

本発明の目的は、さらにエラー回復時間の短縮を計り、磁気ディスク装置のチャネル専有時間を短縮して、上位装置において、エラー回復期間を有効使用できるようにすることにある。

3

〔問題点を解決するための手続〕

本発明によれば、前記目的は、読出しデータ及び読出しエラー情報をバッファ内に退避し、エラー情報により回復可能なデータは、再読出しを行うことなくエラー訂正し、エラー情報によつても回復不能なデータのみ再読出しを行うエラー回復を行い、エラー回復の間チャネルの切り離しを行うことによつて達成される。

〔作用〕

磁気ディスク装置より読出されたデータは、エラーが発生する迄の間、上位装置例えば主記憶装置にチャネルを介して転送すると同時に、制御装置内のバッファにも蓄積され、読出しデータにエラーが発生すると、チャネルが切り離され、読出しデータの主記憶装置への転送は停止され、制御装置内のバッファにのみその後の読出しデータが蓄積される。また、データとともに読出されるエラー情報は、ディスク接続装置内に設けたバッファに退避される。エラーが発生したデータが退避したエラー情報で訂正可能であれば、再読出しを

4

行うことなく訂正し正しいデータが制御装置内のバッファに蓄積される。エラーが発生したデータが退避したエラー情報で訂正不可能であれば、再読出しを行い正しいデータを制御装置内のバッファに蓄積する。このようなエラー回復の後、制御装置内の全データが正しいものとなつたとき、チャネルの接続を行つて、正しいデータが主記憶装置に転送される。

〔実施例〕

以下、本発明によるディスク装置制御方式の一実施例を図面により詳細に説明する。

第1図は本発明の一実施例を示すブロック図、第2図は磁気ディスク制御装置内に設けられたデータ記憶バッファとフラグを示す図、第3図は磁気ディスク接続装置内に設けられたエラー情報退避バッファを示す図、第4図、第5図は本発明の一実施例の動作フローチャートである。第1図～第3図において、1は磁気ディスク装置、2は記録媒体、3は磁気ディスク接続装置、4は磁気ディスク制御装置、5は主記憶装置、6はエラー情報

5

6

搬送バッファ、7はデータ記憶バッファ、10はバッファフラグ、11はバッファ/デバイスフラグ、12は転送データ格納部、13はレコードナンバー、15は変数レジスタ、16はI D/DフラグI、17はエラーフラグE、18は状態フラグZである。

本発明によるディスク装置制御方式は、第1図に示すように、磁気ディスク装置1が磁気ディスク接続装置3を介して磁気ディスク制御装置4に接続され、磁気ディスク装置1からの読出しデータがこれを介して主記憶装置5に転送されるように構成されている。磁気ディスク制御装置4内には、主記憶装置5に転送すべき磁気ディスク装置1からの読出しデータをレコードナンバー13の $M_0 \sim M_n$ に対応して記憶できるバッファ7と、本発明の制御に用いる各種フラグ16～18と、レコードナンバーを表わす変数Rを格納するレジスタ15が設けられている。また、磁気ディスク接続装置3内には、読出しデータのエラー訂正情報等のエラー情報8を各レコード毎に格納するエラー情報搬送バッファ6が設けられている。

7

ルド対応に示し、オン状態で有効、オフ状態で無効である。データ記憶バッファ7の有するレコード数は、記録媒体2の1トラック内のレコード数を充分満足するものである。磁気ディスク制御装置4内のI D/Dフラグ16は、後述する制御動作において、処理するフィールドがI D部かD部かを示し、エラーフラグE 17は、読出し処理中にエラーが発生するとオンとされ、データ記憶バッファ7内のデータが全て有効となるとオフとされる。また、状態フラグZは、磁気ディスク装置1の読出しデータにエラー情報による誤り訂正不能エラーが発生したことを示すフラグである。変数Rを格納する変数レジスタ15は、処理するレコードナンバーを表わすものである。

以下、第4図、第5図に示すフローチャートを参照して、本発明によるディスク装置制御方式の一実施例の動作を詳細に説明する。

(1) 磁気ディスク装置1からの読出しデータの主記憶装置5への転送開始に先立つて、磁気ディスク制御装置4は、図示しないホストコンピュータ

一般に、磁気ディスク等の記録媒体2に記録される各レコードは、そのレコードの識別等を行うためのレコード識別部(以下I D部という)、所定のデータ(以下D部という)および誤りチェック、訂正等を行うためのエラー情報8により構成されている。

磁気ディスク装置1から読出された各レコードのうち、前記エラー情報8は磁気ディスク接続装置3内のエラー情報搬送バッファ6に格納され、前述のI D部、D部の読出しデータが、磁気ディスク制御装置4内のデータ記憶バッファ7の転送データ格納部12に格納される。磁気ディスク制御装置4内のデータ記憶バッファ7は、転送データ部12の外に、各レコード番号毎に、バッファフラグ10およびバッファ/デバイス(以下B/Dという)フラグ11を有する。バッファフラグ10は、そのレコードの読出中にエラーが発生したか否かをI D部、D部毎のフィールド対応に示しており、B/Dフラグ11は、転送データ格納部12内のデータが有効であるか否かをI D部、D部毎のフィー

8

等の上位装置からチェインコマンドにより転送レコード数Nを受け取り、各種フラグ16～18をリセット状態とし、また、変数レジスタ15を"0"にセットする(ステップ40～43)。

(2) B/Dフラグ11によりデータ記憶バッファ7内に有効データがないことを確認して、磁気ディスク装置1のレコード読出しを行う(ステップ44、45)。

(3) ステップ43でI D/Dフラグ16をI=0としているので、読出しレコード内のI D部のエラーの有無をチェックする(ステップ46)。

(4) エラーが発生していない場合、I D/Dフラグ16がI=1ではないので、I=1にセットし、その後前記ステップ44、45を実行する(ステップ53、54、44、45)。

(5) ステップ54でI D/Dフラグ16がI=1とされたので、読出しレコードのD部についてのエラーチェックを行い、エラーが発生していなければ、変数レジスタ15を+1して、I D/Dフラグ16をI=0とする(ステップ46、53、55、56、43)。

(6) 読出しレコード中にエラーが発生しない限り、前述の動作を繰返すことにより、読出されたレコードは、順次主記憶装置5に転送されるとともにデータ記憶バッファ7内の変数レジスタ15により指示される位置に格納される。

(7) 前述の動作の途中でステップ46により、エラーの発生が検出されると、磁気ディスク制御装置4は、上位装置へ終了報告のコマンドDSB=(4A)を送りチャネルを解放する(ステップ47)。

(8) その後、エラーフラグ17がE=1にセットされ、エラー情報がエラー情報退避バッファ6の変数レジスタ15により指示される位置に退避され、また、データ記憶バッファ7内のエラーが発生したレコードに対応してバッファフラグ10がセットされる(ステップ48~50)。

(9) その後の読出しデータは、主記憶装置に転送されることなく、データ記憶バッファ7に格納される。前述の(7)、(8)の動作は、読出しエラーが発生したレコードに対してのみ行われ、そ

の後の読出し動作は、前記(2)~(6)と同じに進められる。

(10) 所定数Nのレコードについて前述の処理が終了すると、エラーフラグ17を確認し、E=0であれば、全てのレコードについての読出しが誤りなく終了し、全レコードについての読出データが主記憶装置5に転送されているので、一連の読出動作を終了する(ステップ55, 57)。

(11) ステップ57でE=1であれば、一連の読出動作中にエラーが発生しているのであるから、変数レジスタ15をR=0、ID/Dフラグ16をI=0にセットして誤り訂正動作を開始する(ステップ58, 59)。

(12) R=0、I=0であるので、データ記憶バッファ7のレコードナンバー0に対応するバッファフラグ10のID部を調べ、読出し時にエラーの発生のないことを示していれば、そのレコードのB/Dフラグ11のID部の有効を表示する(ステップ60, 64)。

(13) ID/Dフラグ16をI=1にセットしてレ

11

コードナンバー0に対するバッファフラグ10のD部を調べ、エラー発生を示していなければ、前記(12)と同様にB/Dフラグ11のD部のフラグをセットし、変数レジスタ15に1を加え、ID/Dフラグ16をI=0とする(ステップ65, 73, 60, 64, 65, 66, 70, 59)。

(14) ステップ60でバッファフラグ10が誤り発生を示していれば、そのフラグ位置に対応したレコードのエラー情報8をエラー情報退避バッファ6から取出し、対応するデータ記憶バッファ内7のデータの訂正動作を行う(ステップ61, 62)。

(15) ステップ62で訂正可能な場合、エラー訂正を行い、データ記憶バッファ7内の所定のデータを訂正し、対応するB/Dフラグをセットしてそのデータの有効を表示する(ステップ63, 75, 64)。

(16) ステップ62で訂正不可能な場合、B/Dフラグをリセット状態とし、状態フラグ18をZ=1とする(ステップ71, 72)。

(17) 前記(12)~(15)の訂正動作により、誤り

12

が発生した全てのレコードのID部、D部について誤りの訂正が完了すると、変数レジスタ15はR=Nとなり、状態フラグ18はZ=0となつていたので、磁気ディスク制御装置4は、上位装置へチャネル接続コマンドDSB=(04)を送り、エラーフラグ17をE=0にセットする(ステップ66, 67, 68, 69)。

(18) その後、前述したステップ41~44が行われる。

(19) B/Dフラグ11は、データ記憶バッファ7内の全データの有効を示しており、また、訂正不可能なデータもないことから、磁気ディスク制御装置4は、データ記憶バッファ7内の転送データ格納部12のデータを順次主記憶装置に転送する(ステップ44, 51, 52)。

(20) 動作(16)のように、訂正不能のデータが生じている場合、全レコードの訂正可能データの訂正終了後、チャネルの接続を行うことなく再位置付けが行われ、再読出しの動作が開始される(ステップ74)。

13

14

(21) この場合、ステップ44でB/Dフラグ11の調べ、訂正不能のエラーが発生しているレコード部のID部またはD部のみが以後のステップにより磁気ディスク装置1より読出され、データ記憶バッファ7内に格納される。

前述したように、本発明によるディスク制御方式は、磁気ディスク装置の読出動作の途中で読出しデータに誤りが発生すれば、直ちに、チャネルの切離しを行い、また、エラー情報により訂正可能なデータを、磁気ディスク装置の再読出しを行うことなく訂正し、磁気ディスク制御装置内のデータ記憶バッファ内の読出しデータが全て完全なものとなつたときに、チャネルの接続を行つて、読出しデータの主記憶装置への転送を行うものである。このため、前記実施例は、読出しデータの訂正のための磁気ディスク装置の回転待ちの時間をすくなくでき、また、上位装置は、読出しデータの訂正の間、他装置へのサービスを行うことが可能である。

〔発明の効果〕

15

…ID/Dフラグ、17……エラーフラグE、18…
…状態フラグZ。

以上説明したように本発明によれば、ディスク装置の読出し処理中にエラーが発生した場合、回復のために必要な時間を短縮でき、この間チャネルを専有することもなく、チャネル専有時間も短縮できる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示すブロック図、第2図は磁気ディスク制御装置内に設けられたデータ記憶バッファとフラグを示す図、第3図は磁気ディスク接続装置内に設けられたエラー情報回避バッファを示す図、第4図、第5図は本発明の一実施例の動作フローチャート、第6図は従来技術の動作を説明する図である。

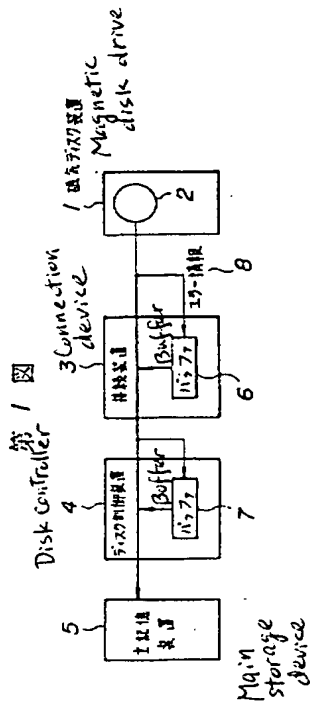
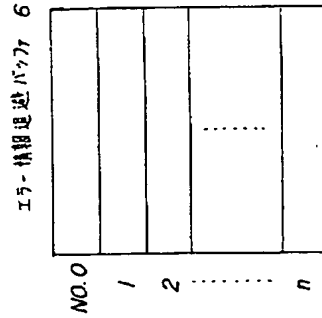
1……磁気ディスク装置、2……記録媒体、3……磁気ディスク接続装置、4……磁気ディスク制御装置、5……主記憶装置、6……エラー情報回避バッファ、7……データ記憶バッファ、10……バッファフラグ、11……バッファ/デバイス(B/D)フラグ、12……転送データ格納部、13……レコードナンバー、15……変数レジスタ、16……

16

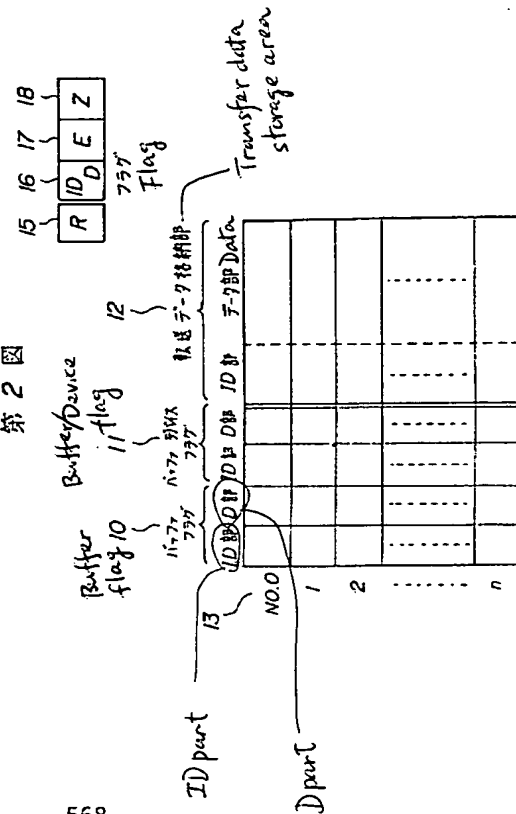
代理人 弁理士 武 頭次郎(外1名)



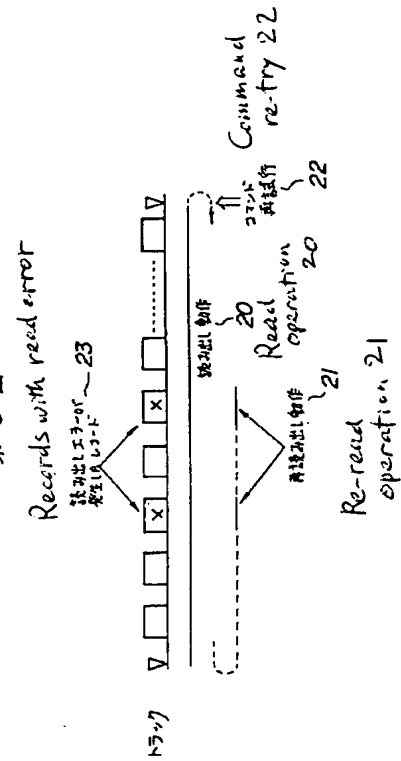
第 3 図
Error information save buffer 6
エラー情報退避バッファ 6



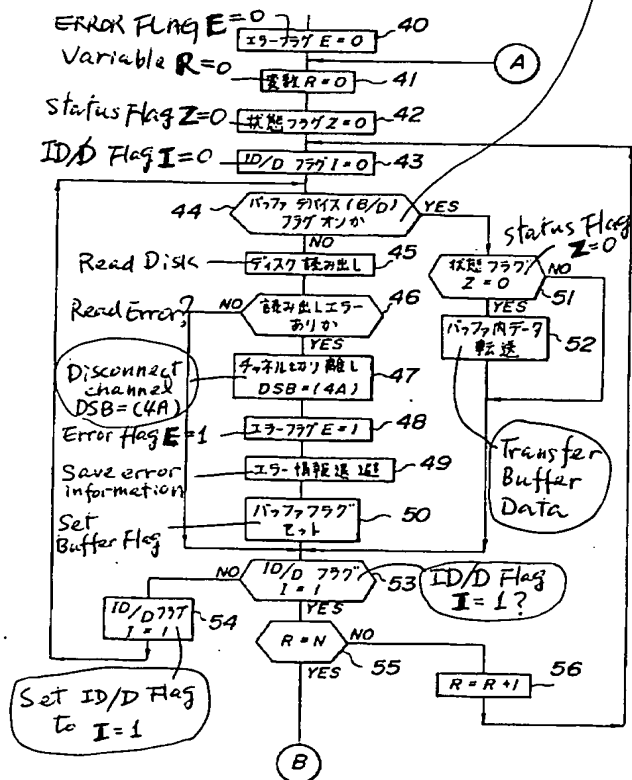
第 2 図



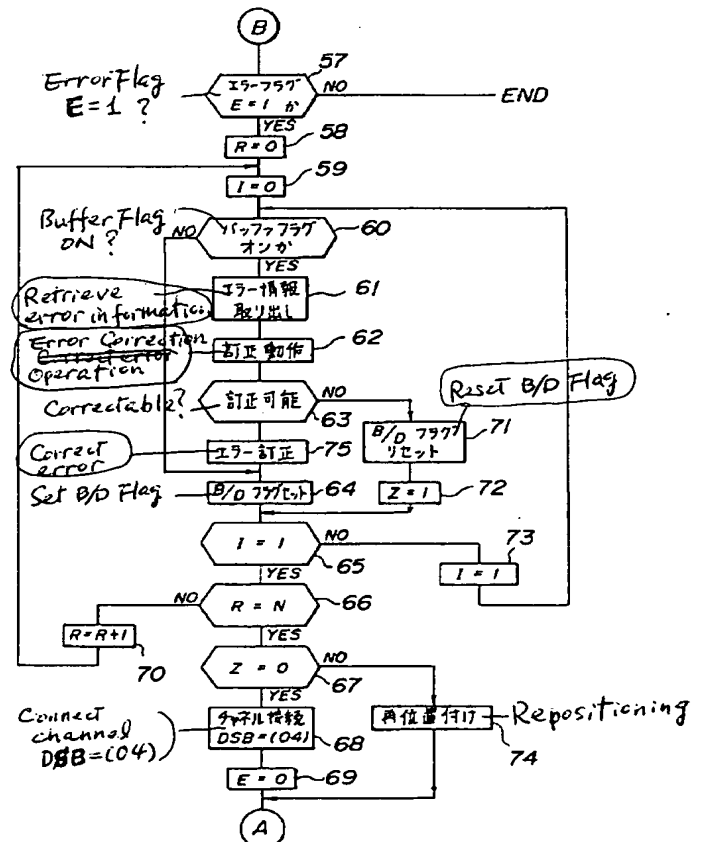
第 6 図



第 4 図



第 5 図



第1頁の続き

⑦発 明 者 白 柳 芳 朗 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所小
田原工場内

(19) Patent Office of Japan

(11) Patent Application Disclosure

(12) Patent Official Gazette (A): 63-90074

(51) Int. Cl.⁴: G 11B 20/18, G 06F 3/06

ID code: 102, 305

Office Serial No.: 6733-5D, G-6711-5B, K-6711-5B

Request for Examination: Not Made

Number of Inventions: 1 (Number of Pages: 8)

(43) Date of Disclosure: April 20, 1988

(21) Patent Application No. 61-234551

(22) Date of Filing: October 3, 1986

(72) Inventor:

Mamoru Touraku, c/o Hitachi Ltd., Odawara Works,

Kouzu 2880, Odawara-shi, Kanagawa-ken;

Akira Kurano, c/o Hitachi Ltd., Odawara Works,

Kouzu 2880, Odawara-shi, Kanagawa-ken;

Hisaharu Takeuchi, c/o Hitachi Ltd., Odawara
Works, Kouzu 2880, Odawara-shi, Kanagawa-ken;

Hisashi Takamatsu, c/o Hitachi Ltd., Odawara
Works, Kouzu 2880, Odawara-shi, Kanagawa-ken;

Yoshiro Shirayanagi, c/o Hitachi Ltd., Odawara
Works, Kouzu 2880, Odawara-shi, Kanagawa-ken;

(71) Applicant: Hitachi Ltd., Surugadai 4-6, Kanda,
Chiyoda-ku, Tokyo

(74) Agent: Kenjiro Take, Attorney, and one other

(54) Title of the Invention: Disk Drive Control System

SPECIFICATION

1. TITLE OF THE INVENTION

Disk Drive Control System

2. CLAIMS

1. A disk drive control system for reading a plurality of record data in response to instructions from an upper-level device, the disk drive control system comprising the steps of:

transferring the record data read from the disk drive successively to the upper-level device and storing the data in a data storage buffer;

checking each record read out for a possible error;

storing in an error information save buffer error information for correcting the error; and

successively reading a plurality of predetermined records regardless of presence or absence of errors.

2. A disk drive control system according to claim 1, wherein, after the read operation is completed, the record data read out that have errors are corrected using the error information;

wherein, when there are record data that cannot be corrected with the error information, the record data in question are corrected by re-reading the

original record data.

3. A disk drive control system according to claim 2, wherein, while the error correction is executed, the disk drive is disconnected from the upper-level device and the corrected data is stored in the data storage buffer; and, after the data correction is completed, the records stored in the data storage buffer are successively transferred to the upper-level device.

3. DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

[Industrial Field of Application]

The present invention relates to a rotary disk drive control system and more particularly to a disk drive control system which, when an error occurs during a read operation, can reduce an error recovery time and allows an upper-level device to effectively utilize the error recovery time.

[Prior Art]

When an error is detected in data read out from a magnetic disk drive, data recovery is conventionally performed as described in Japanese Patent Laid-Open No. 58-109954. This technique involves reading a plurality of sectors in one track, holding information on sectors in which errors have occurred, and reading again at one time those error sectors to recover the data.

Fig. 6 shows how data is recovered at time of

error detection by the conventional technique. Referring to this diagram, the conventional data recovery technique in the event of error will be explained.

In one track a plurality of records are recorded. Suppose that all records in one track are to be read out. A read operation 20 executes reading all the records in a specified track. In parallel with the reading operation, an error check is made of each record read out. It is assumed that read errors have occurred in records 23 marked with X. Information on these records is held along with information indicating the occurrence of errors. After all read operations for one track have been finished, a command retry instruction 22 is issued for data recovery. After waiting for the disk to rotate to the read position, a re-read operation 21 is performed on the same track to read the records 23 in which the previous read operation 20 resulted in errors. This conventional technique has an advantage of being able to recover data from errors by a single re-read operation on the same track even if errors occur on a plurality of records in one track, and thereby reduce the data recovery time compared with a technique which performs the re-read operation on an error-laden record each time the read error occurs.

[Problems to Be Solved by the Invention]

However, since this prior technique needs to

perform the data recovery re-read operation in the event of a read error, the disk rotation wait time puts a limitation on a reduction in the data recovery time. There is another problem that, during this recovery time, the magnetic disk drive remains connected through a channel to an upper-level device, which wastes time during that period.

An object of the present invention is to further reduce the data recovery time from error and reduce a time of channel occupation by the magnetic disk drive so that the upper-level device can make effective use of the data recovery time.

[Means to Solve the Problem]

With this invention, the above object can be achieved by saving read data and read error information in a buffer; for those data that can be recovered from the error information, correcting errors without re-reading the data; performing a re-read operation on only those data that cannot be recovered from the error information; and disconnecting the channel during the data recovery operation.

[Advantages]

Data read out by the magnetic disk drive is transferred, until an error occurs, through a channel to an upper-level device, for example, a main storage device and at the same time stored in a buffer of a controller. When an error occurs in the read data, the

channel is disconnected to stop the transfer of data to the main storage device and the subsequent data is stored only in the buffer of the controller. The error information that was read along with the data is saved in a buffer in a disk connection device. If the data with error can be corrected using the saved error information, the data is corrected without performing the re-read operation and stored in the buffer of the controller. If the data with error cannot be corrected by the saved error information, the re-read operation is performed and the corrected data is stored in the buffer in the controller. When, after this data recovery operation, all the data in the controller are correct, the channel is connected to transfer the correct data to the main storage device.

[Embodiment]

Now, one embodiment of the disk drive control system according to this invention will be described in detail by referring the accompanying drawings.

Fig. 1 is a block diagram showing one embodiment of the present invention; Fig. 2 is a diagram showing data storage buffers and flags in the magnetic disc controller; Fig. 3 is a diagram showing an error information save buffer provided in the magnetic disk connection device; Fig. 4 and Fig. 5 are operation flow charts according to one embodiment of this invention. In Fig. 1 to Fig. 3, reference number 1 denotes a

magnetic disk drive, 2 a recording medium, 3 a magnetic disk connection device, 4 a magnetic disk controller, 5 a main storage device, 6 an error information save buffer, 7 a data storage buffer, 10 a buffer flag, 11 a buffer/device flag, 12 a transfer data storage area, 13 a record number, 15 a variable register, 16 an ID/D flag, 17 an error flag E, and 18 a status flag Z.

In this disk drive control system, as shown in Fig. 1, the magnetic disk drive 1 is connected through the magnetic disk connection device 3 to the magnetic disk controller 4 to transfer the read data from the magnetic disk drive 1 to the main storage device 5. The magnetic disk controller 4 has a buffer 7 for storing the read data from the magnetic disk drive 1 in correspondence with the record number 13, No. 0 to No. n, various flags 16-18 used for control of this invention, and a register 15 for storing a variable R representing a record number. The magnetic disk connection device 3 has an error information save buffer 6 for storing error information 8, such as error correction information on the read data, for each record.

Generally, each record recorded on the recording medium 2, such as a magnetic disk, comprises a record identification (ID part) for identifying the record, data (D part), and error information 8 for error check and correction.

Of each record read out from the magnetic disk drive 1, the error information 8 is stored in the error information save buffer 6 of the magnetic disk connection device 3, and the ID part and data of D part are stored in the transfer data storage area 12 in the data storage buffer 7 of the magnetic disk controller 4. The data storage buffer 7 in the magnetic disk controller 4 has a buffer flag 10 and a buffer/device (B/D) flag 11 for each record number in addition to the transfer data storage area 12. The buffer flag 10 indicates in each field for the ID part and the D part whether an error occurred while the corresponding record was read. The B/D flag 11 indicates in each field for the ID part and the D part whether the data in the transfer data storage area 12 is valid or not. An on-state indicates that the data is valid while an off-state indicates the data is invalid. The number of records in the data storage buffer 7 is large enough to accommodate the number of records in one track of the recording medium 2. The ID/D flag 16 in the magnetic disk controller 4 indicates whether the field to be processed in the control operation is the ID part or the D part. The error flag E 17 is turned on when an error occurs during the read operation and turned off when all the data in the data storage buffer 7 are valid. Further, the status flag Z indicates when an error that cannot be corrected by the error information occurs in

the read data from the magnetic disk drive 1. The variable register 15 containing the variable R represents the record number to be processed.

By referring to flow charts in Fig. 4 and Fig. 5, an operation of the disk drive control system according to one embodiment of this invention will be described in detail.

(1) Before starting to transfer the read data from the magnetic disk drive 1 to the main storage device 5, the magnetic disk controller 4 receives through a chain command a transfer record number N from an upper-level device such as host computer not shown, resets the flags 16-18 and sets the variable register 15 to "0" (steps 40-43).

(2) The B/D flag 11 is checked to confirm that there is no valid data in the data storage buffer 7 and then records are read out from the magnetic disk drive 1 A (steps 44, 45).

(3) Since the ID/D flag 16 is set to I=0 in step 43, an error check is made of the ID part of the record read out (step 46).

(4) If there is no error, since the ID/D flag 16 is not I=1, the flag is set to I=1 and then the steps 44 and 45 are executed (steps, 53, 54, 44, 45).

(5) Because the ID/D flag 16 was set to I=1 in step 54, an error check is made of the D part of the record read out. If no error is found, the variable

register 15 is incremented by +1 and the ID/D flag 16 is set to I=0 (steps 46, 53, 55, 56, 43).

(6) As long as an error does not occur in the record being read, the above sequence of operations is repeated and the records read out are transferred successively to the main storage device 5 where they are stored at locations specified by the variable register 15 of the data storage buffer 7.

(7) When in the above operation the step 46 detects an error, the magnetic disk controller 4 issues an end command DSB=(4A) to the upper-level device and disconnects the channel (step 47).

(8) Then, the error flag E is set to E=1 and the error information is saved in the error information save buffer 6 at a location specified by the variable register 15. At the same time, the buffer flag 10 in the data storage buffer 7 corresponding to the record with error is set (steps 48-50).

(9) The subsequent read data is stored in the data storage buffer 7 without being transferred to the main storage device. The above operations (7) and (8) are performed only on the records in which a read error occurred. The subsequent read operation is executed as described in (2) to (6).

(10) After the above-described processing has been completed on the N records, the error flag E is checked. If E=0, this means that the reading operation has been

done without error for all records and the read data for all records have been transferred to the main storage device 5. Thus, a series of read operation is ended (steps 55, 57).

(11) If E=1 at step 57, this means that an error occurred during the series of read operations. So, the variable register 15 is set to R=0 and the ID/D flag 16 to I=0, and the error correction operation is started (steps 58, 59).

(12) Since R=0 and I=0, a check is made of the ID part of the buffer flag 10 that corresponds to the record number No. 0 in the data storage buffer 7. If no error is found, the ID part of the B/D flag 11 is indicated as being valid (step 60, 64).

(13) The ID/D flag 16 is set to I=1 to check the D part of the buffer flag 10 for the record number No. 0. If no error is found, the B/D flag 11 for the D part is set, the variable register 15 is incremented by 1, and the ID/D flag 16 is set to I=0 (steps 65, 73, 60, 64, 65, 66, 70, 59).

(14) If in step 60 the buffer flag 10 indicates an occurrence of error, the error information 8 of a record corresponding to the flag position is retrieved from the error information save buffer 6 to correct the associated data in the data storage buffer 7 (steps 61, 62).

(15) If the error is correctable in step 62, the

correction is done to correct specified data in the data storage buffer 7 and the corresponding B/D flag is set to indicate that the data in question is valid (steps 63, 75, 64).

(16) When the error is uncorrectable in step 62, the B/D flag is reset and the status flag Z is set to Z=1 (steps 71, 72).

(17) When the above correction operations (12) to (15) complete error corrections in the ID and D parts in all error-laden records, the variable register 15 is R=N and the status flag 18 is Z=0. Therefore, the magnetic disk controller 4 sends the channel connection command DSB=(04) to the upper-level device and sets the error flag 17 to E=0 (steps 66, 67, 68, 69).

(18) Then, the above-described steps 41-44 are executed.

(19) Since the B/D flag 11 indicates that all data in the data storage buffer 7 are valid and there are no uncorrectable data, the magnetic disk controller 4 successively transfers data from the transfer data storage area 12 of the data storage buffer 7 to the main storage device (steps 44, 51, 52).

(20) If there is an uncorrectable error as in the operation (16), after correctable data for all records are corrected, the repositioning is done without connecting the channel and the re-read operation is started (step 74).

(21) In this case, the B/D flag 11 is checked at step 44, and the subsequent steps cause the magnetic disk drive 1 to read only the ID and D parts of the records with correctable errors and store them in the data storage buffer 7.

As described above, whenever an error occurs during the read operation of the magnetic disk drive, the disk drive control system of this invention immediately disconnects the channel, corrects correctable data using error information without re-reading the data from the magnetic disk drive, and, when the read data in the data storage buffer in the magnetic disk controller are all error-free, connects the channel to transfer the read data to the main storage device. Hence, this embodiment can reduce the disk rotation wait time for data correction. Further, during the correction of the read data, the upper-level device can service other devices.

[Advantages of the Invention]

As described above, with this invention, in the event of an error during the read operation by the disk drive, the time required to recover the data can be shortened, the channel is not occupied during the recovery operation, and the channel occupation time can also be reduced.

4. BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is a block diagram showing one embodiment of the present invention; Fig. 2 is a diagram showing data storage buffers and flags provided in the magnetic disk controller 4; Fig. 3 is a diagram showing an error information save buffer provided in the magnetic disk connection device; Fig. 4 and Fig. 5 are operation flow charts according to one embodiment of this invention; and Fig. 6 is a diagram showing the operation of a conventional technique.

1 ... Magnetic disk drive, 2 ... Recording medium,
3 ... Magnetic disk connection device, 4 ... Magnetic
disk controller, 5 ... Main storage device, 6 ... Error
information save buffer, 7 ... Data storage buffer,
10 ... Buffer flag, 11 ... Buffer/device (B/D) flag,
12 ... Transfer data storage area, 13 ... Record number,
15 ... Variable register, 16 ... ID/D flag, 17 ... Error
flag E, 18 ... Status flag Z